

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



PRIORITY DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 06 AUG 2004

WIPO PCT

D60411191

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 25 950.3

Anmeldetag: 07. Juni 2003

Anmelder/Inhaber: EADS Deutschland GmbH, 85521 Ottobrunn/DE

Bezeichnung: Flügel, insbesondere Tragflügel eines Flugzeugs,
mit veränderbarem Profil

IPC: B 64 C 3/48

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 23. Juni 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Hintermeier

**FLÜGEL, INSbesondere TRAGFLÜGEL EINES FLUGZEUGS,
MIT VERÄNDERBAREM PROFIL**

5

Die Erfindung betrifft einen Flügel, insbesondere Tragflügel eines Flugzeugs, mit veränderbarem Profil.

10

Bei Flugzeugen, insbesondere bei Hochleistungsflugzeugen, wird angestrebt, die zur Steuerung und/oder Trimmung des Flugzeugs verwendeten Bereiche des Flügels so auszuführen, dass einerseits die Lenkung der Strömung am Flügel aerodynamisch möglichst günstig ist und andererseits die auftretenden Lasten möglichst gleichmäßig verteilt sind.

15

Aufgabe der Erfindung ist es daher einen Flügel, insbesondere Tragflügel eines Flugzeugs, mit veränderbarem Profil zu schaffen, der in Bezug auf Aerodynamik und Lastverteilung möglichst optimal ist.

20

Vorzugsweise soll der Flügel mit veränderbarem Profil zur Optimierung der Auftriebsverteilung (Trimmung), aber auch zur Rollsteuerung geeignet sein, im letzteren Falle also herkömmliche Querruder ersetzen.

25

Diese Aufgabe wird durch einen Flügel mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert. Es zeigen:

30

Figur 1 eine perspektivische schematisierte Ansicht eines Tragflügels eines Flugzeugs mit veränderbarem Profil, bei dem ein Flügel spitzenbereich über einen flexiblen Bereich in einer Richtung verstellbar ist, die sowohl eine

Komponente in Flügeltiefenrichtung als auch eine Komponente in Spannweitenrichtung enthält;

Figur 2 eine Draufsicht auf den in Figur 1 gezeigten Flügel;

5

Figur 3 eine vergrößerte Darstellung des in Figur 2 gekennzeichneten flexiblen Bereichs;

Figur 4 einen Schnitt durch den flexiblen Bereich und den Flügelspitzenbereich des in den Figuren 1 bis 3 dargestellten Tragflügels gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

Figur 5 einen Schnitt durch den flexiblen Bereich eines Tragflügels nach einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung, bei der der flexible Bereich durch mehrere in einer Längsrichtung ausgedehnte und zwischen der ersten Beplankung und der zweiten Beplankung des Flügels angeordnete Kastenelemente gebildet ist;

Figur 6 eine vergrößerte Darstellung, welche eine Ausführungsform einer geilenigen Verbindung zwischen den besagten Kastenelementen und der ersten Beplankung des Tragflügels gemäß der Figur 5 darstellt;

Figur 7 eine vergrößerte Schnittansicht, welche ein Detail eines Flügelaufbaus gemäß einem anderen Ausführungsbeispiel der Erfindung darstellt;

25

Figur 8 eine schematisierte vergrößerte Schnittansicht eines Details eines Antriebs zur Verstellung des flexiblen Flügelbereichs; und

Figuren 9 und 10 Schnittansichten von Abstandshaltern, welche die erste Beplankung und die zweite Beplankung eines Tragflügels unter einem vorgegebenen Abstand halten und gleichzeitig eine relative Verschiebung der beiden in einer vorgegebenen Richtung gestatten.

Die perspektivische Darstellung der Figur 1 zeigt einen Tragflügel 1 eines Flugzeugs, nämlich eines Hochleistungsflugzeugs, mit veränderbarem Profil. Der mit dem Bezugszeichen 5 bezeichnete Pfeil bedeutet die Flügeltiefenrichtung, die im wesentlichen in Strömungsrichtung verläuft, und der mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnete Pfeil bedeutet die quer dazu verlaufende Spannweitenrichtung. Die in Figur 1 gezeigten Profilschnitte 16 erstrecken sich parallel zur Flügeltiefenrichtung 5. Bezuglich der Flügeltiefenrichtung 5 gibt es einen Vorderkantenbereich 11 und einen Hinterkantenbereich 12 und bezüglich der Spannweitenrichtung 10 gibt es am Ende des Flügels 1 einen Flügel spitzenbereich 14.

Der Flügel spitzenbereich 14 ist über einen flexiblen Bereich 15 mit dem Rest des Flügels 1 verbunden und in einer Richtung verstellbar, die sowohl eine Komponente in Flügeltiefenrichtung 5 als auch eine Komponente in Spannweitenrichtung 10 enthält. Wie aus der Figur 1 ersichtlich ist, verläuft der flexible Bereich 15 schräg zur Flügeltiefenrichtung 5 vom Vorderkantenbereich 11 zum Hinterkantenbereich 12 des Flügels 1 und ist im wesentlichen quer zum Vorderkantenbereich 11 angeordnet, welcher einen ausgeprägten positiven Pfeilungswinkel zur Flügelrichtung 5 zeigt.

Der Flügel 1 hat eine erste Beplankung 55a, nämlich an seiner Oberseite, und eine dieser gegenüberliegende zweite Beplankung 55b, nämlich an seiner Unterseite. In dem flexiblen Bereich 15 ist die Wölbung des Flügels 1 unter Veränderung der Krümmung der ersten Beplankung 55a und der zweiten Beplankung 55b verstellbar, wobei beide Beplankungen 55a, 55b unabhängig von der Einstellung einen im wesentlichen glatten, kontinuierlichen Verlauf zeigen.

In der in Figur 2 dargestellten Draufsicht auf den Flügel 1 ist die Lage des flexiblen Bereichs 15 näher gezeigt, welcher in Figur 3 nochmals vergrößert dargestellt ist.

Wie aus Figur 3 ersichtlich ist, umfasst der flexible Bereich 15 mehrere nebeneinander angeordnete, längsausgedehnte Torsionskästen 53, die sich mit ihrer Längsrichtung vom Vorderkantenbereich 11 zum Hinterkantenbereich 12 des Flügels 1 erstrecken, also quer zur Krümmungsrichtung des flexiblen Bereichs 15 verlaufen. Wie Figur 4 zeigt, sind die Torsionskästen 53 aus der ersten Beplankung 55a, der zweiten Beplan-

kung 55b sowie aus mindestens einem in Längsrichtung der Torsionskästen 53 verlaufenden Holm 52 gebildet und sind in einem vorgegebenen Maß gelenkig miteinander verbunden. Die Torsionskästen 53 sind um ihre Längsrichtung torsionssteif, jedoch in Richtung quer dazu im Sinne einer vorgegebenen Veränderung des Flügelprofils in ihrer Form veränderbar.

Ein insgesamt mit dem Bezugszeichen 60 bezeichneter Verstellmechanismus dient der Veränderung der Form der Torsionskästen 53, d.h. von deren Querschnitt quer zu ihrer Längsausdehnung, und damit des Flügelprofils in Ansprache auf ein entsprechendes, von außen zugeführtes Steuersignal. Im einzelnen enthält der Verstellmechanismus 60 zumindest einen, bei dem in Figur 3 und 4 dargestellten Ausführungsbeispiel eine Anzahl von Wirbelkörpern oder Wirbeln 61, nämlich eine Anzahl von Wirbelkörpern 61, die hintereinander angeordnet in den jeweiligen Torsionskästen 53 vorgesehen sind, sowie jeweils eine Anzahl von Wirbelkörpern 61 nebeneinander in jedem der einzelnen Torsionskästen 53.

Die Wirbelkörper 61 umfassen jeweils ein Übertragungselement 64, das zum Ausgleichen einer Relativbewegung zwischen der ersten, oberen Beplankung 55a und dem Wirbelkörper 61 über ein Pendelgelenk 68 mit der ersten Beplankung 55a in Verbindung steht, und eine in Vertikalrichtung beabstandete Verbindungsstelle 63 zu einer in Ansprache auf das Steuersignal in ihrer Länge veränderlichen Antriebssehne 62a.

Wie aus Figur 4 ersichtlich ist, hat jeder Wirbelkörper 61 im Querschnitt eine im wesentlichen dreieckige Grundform, wobei die obere Seite des Dreiecks im wesentlichen parallel zur ersten, oberen Beplankung 55a verläuft und das Übertragungselement 64 bildet und die untere Spitze des Dreiecks die mit der Antriebssehne 62a gekoppelte Verbindungsstelle 63 bildet. Somit führt eine Veränderung der Länge der Antriebssehne 62a zu einer Verdrehung der Wirbelkörper 61 im Sinne einer Veränderung der (Querschnitts-) Form der Torsionskästen 53 und damit zu einer Veränderung des Flügelprofils, wie es gewünscht ist. Das Zusammenwirken der Wirbelkörper 61 und der Antriebssehnen 62a führt zu einer Veränderung der Krümmung des dadurch gebildeten Verstellmechanismus 60, wie es der Veränderung der Krümmung in der Wirbelsäule eines Säugetiers ähnelt, weshalb für die mit dem Bezugszeichen 61 verwendeten Komponenten der Begriff "Wirbelkörper" oder "Wirbel" verwendet wird.

ten Komponenten der Begriff "Wirbelkörper" oder "Wirbel" verwendet wird. Zum Zwecke einer weitergehenden Offenbarung des den Verstellmechanismus 60 zugrundeliegenden Prinzips wird auf die frühere Patentanmeldung 10055961.1-22, internes Aktenzeichen P609783SC verwiesen.

5 Die hintereinander angeordneten Wirbelkörper 61 sind jeweils über ein Wirbelgelenk 69 miteinander verbunden. Am Ende des Flügel spitzenbereichs 14 ist ein Endstück 77 vorgesehen, an dem ein Ausgleich einer gegenseitigen Verschiebung der ersten, oberen Beplankung 55a gegen die zweite, untere Beplankung 55b bei Veränderung der Krümmung bzw. Wölbung des flexiblen Bereichs 15 aufgrund der Verformung der Torsionskästen 53 stattfindet. Dazu ist die zweite, untere Beplankung 55b gegen das Endstück 77 verschiebbar gelagert, wobei gleichzeitig Mittel vorgesehen sind, durch die in jeder Verstellposition die Beplankung zuverlässig an dem Endstück 77 gehalten wird. Alternativ kann ein Ausgleich der gegenseitigen Verschiebung auch an anderer Stelle erfolgen.

10

Das Pendelgelenk 68 ist bei dem in Figur 4 dargestellten Ausführungsbeispiel als elastisches Gelenk ausgeführt, bei dem das Übertragungselement 64 eines jeden Wirbelkörpers 61 über eine elastische Verbindung einerseits mit der ersten Beplankung 55a und andererseits mit dem zugeordneten Holm 52 verbunden ist.

20 Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Anordnung von Wirbelkörper 61 und Antriebssehne 62a jeweils innerhalb der Torsionskästen 53 vorgesehen, alternativ kann diese auch außerhalb derselben vorgesehen sein.

25 In Figur 5 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt.

Wie die Querschnittsansicht von Figur 5 zeigt, umfasst der flexible Bereich 11; 12; 15 mehrere Kastenelemente 154, die an ihren Längsseiten an Gelenkbereichen 169 in einem vorgegebenen Maß gelenkig verbunden und zwischen der ersten Beplankung 55a und der zweiten Beplankung 55b vorgesehen sind. Die Kastenelemente 154 sind in einer, in Figur 5 senkrecht zur Zeichenebene verlaufenden, Längsrichtung ausgedehnt und haben im Querschnitt eine im wesentlichen dreieckige Grundform.

Mit der ersten Beplankung 55a stehen die Kastenelemente 154 an einem Übertragungsbereich 164 in Verbindung, welcher durch die oben liegende Basislinie des be-sagten Dreiecks gebildet ist, und sie verfügen über einen in Vertikalrichtung beabstan-deten Verbindungsreich 163, welcher durch die der Basislinie gegenüberliegende 5 Spitze des Dreiecks gebildet ist und der mit einem insgesamt mit dem Bezugszeichen 160 bezeichneten Verstellmechanismus gekoppelt ist, der dazu dient, die Kastenele-mente 154 im Sinne einer Veränderung des Flügelprofils in Ansprache auf ein ent-sprechendes Steuersignal um die Gelenkbereiche 169 zu verschwenken.

10 Der Verstellmechanismus 160 umfasst eine jeweilige mit dem Verbindungsreich 163 der Kastenelemente 154 gekoppelte und in ihrer Länge veränderliche Antriebssehne 162a, wobei eine Veränderung von deren Länge eine Verdrehung der Kastenelemente 154 im Sinne einer Veränderung der Form des Flügelprofils bewirkt. Die hintereinander 15 angeordneten Kastenelemente 154 sind jeweils mit einer Antriebssehne 162a gekop-pelt.

Zum Ausgleichen einer Relativbewegung zwischen der ersten Beplankung 55a und 20 dem Kastenelement 154 dienen Pendelgelenke 168, welche zwischen den Übertra-gungsbereich 164 der Kastenelemente 154 und die erste Beplankung 55a gekoppelt sind.

Wie die Figuren 6 und 7 zeigen, die vergrößerte Ausschnitte des Bereichs darstellen, 25 in welchem die Kastenelemente 154 an ihren Längsseiten miteinander und anderer-seits mit der ersten Beplankung 55a des Tragflügels 1 gekoppelt sind, sind bei den dargestellten Ausführungsbeispielen die Gelenkbereiche 169 und die Pendelgelenke 168 durch elastische Gelenkelemente gebildet. Diese elastischen Gelenkelemente um-fassen biegeelastische Bänder, beispielsweise aus einem federelastischen Metall oder Kunststoff, wobei bei den dargestellten Ausführungsbeispielen die Gelenkbereiche 169 und die Pendelgelenke 168 durch ein gemeinsames Element gebildet sind. Diese ge-meinsame Elemente 168, 169 sind durch sich jeweils in Verlängerung der Schenkel 30 154a, 154b der dreieckförmigen Kastenelemente 154 erstreckende, mit einer Seite an diesen festgelegte, einander kreuzende biegeelastische Bänder 172, 174 gebildet, de-ren andere Seite an der ersten Beplankung 55a des Flügels 1 festgelegt ist. In dem

von den einander kreuzenden biegeelastischen Bändern 172, 174 und der ersten Beplankung 55a begrenzten Raum ist ein Füllstück 176 vorgesehen, welches insbesondere aus einem elastischen Material besteht, vergleiche Figur 6.

5 Bei dem in Figur 7 dargestellten Ausführungsbeispiel ist weiterhin ein Steg- oder Holmelement 177 vorgesehen, welches sich in Richtung von der ersten Beplankung 55a zur zweiten Beplankung 55b erstreckt und welches mit seiner Längsrichtung parallel zur Längsrichtung der Kastenelemente 154 verläuft. Dieses Steg- oder Holmelement 177 ist mit einer Seite über eine erste gelenkige Verbindung 178 an der ersten Beplankung 55a oder nahe derselben an der Seite der Kastenelemente 154 festgelegt, bei dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel an dem durch den Gelenkbereich 169 und das Pendelgelenk 168 gebildeten gemeinsamen Gelenk, und mit der anderen Seite gegenüberliegend über eine zweite gelenkige Verbindung 179 an der zweiten Beplankung 55b. Die erste gelenkige Verbindung 178 und die zweite gelenkige Verbindung 179 sind durch elastische Bänder gebildet.

10

15

Wie Figur 8 zeigt, ist die Antriebssehne 162a über ein elastisches Band 164 mit dem Verbindusbereich 163 der Kastenelemente 154 gekoppelt.

20 Die Figuren 9 und 10 zeigen Querschnittsansichten von Abstandshaltern 181; 281, die zwischen der ersten Beplankung 55a und der zweiten Beplankung 55b vorgesehen sind, durch welche die Beplankungen 55a, 55b in einem vorgegebenen Abstand gehalten und gleichzeitig eine Relativbewegung zwischen diesen bei Veränderung des Flügelprofils ermöglicht wird.

25

30 Die Abstandshalter 181; 281 umfassen ein walzenförmiges Element 182; 282 und eine Anordnung aus flexiblen Bändern 183a, b; 283a, b, durch welche die walzenförmigen Elemente 182; 282 im Sinne einer Rollbewegung zwischen der ersten Beplankung 55a und der zweiten Beplankung 55b bei einer Relativbewegung zwischen diesen geführt werden. Die flexiblen Bänder 183a, b; 283a, b sind um die walzenförmigen Elemente 182; 282 herumgeführt und mit ihren Enden an der ersten Beplankung 55a bzw. der zweiten Beplankung 55b festgelegt.

5

10

15

20

25

Bei dem in Figur 9 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das flexible Band 183a auf der rechten Seite des walzenförmigen Elements 182 an der ersten Beplankung 55a festgelegt und um das walzenförmige Element 182 herum wieder zu dessen rechter Seite zurückgeführt und an der zweiten Beplankung 55b festgelegt. Ein weiteres flexibles Band 183b ist spiegelverkehrt dazu auf der linken Seite des walzenförmigen Elements 182 an der ersten Beplankung 55a festgelegt um das walzenförmige Element 182 herum wieder an dessen linke Seite führt und an der zweiten Beplankung 55b festgelegt. Hierdurch ist eine Rollbewegung des walzenförmigen Elements 182 zwischen der ersten Beplankung 55a und der zweiten Beplankung 55b möglich und gleichzeitig das erstere sicher geführt und gehalten.

Bei dem in Figur 10 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das walzenförmige Element 282 mittig geteilt und jedes der flexiblen Bänder 283a, b ist unter Umkehrung des Wickelsinns durch die Mitte des walzenförmigen Elements 282 geführt und verschieden-
sinnig jeweils halb um diese gewickelt. So ist ein flexibles Band 283a auf der linken Seite des walzenförmigen Elements 282 an der ersten Beplankung 55a festgelegt, um das walzenförmige Element 282 herum und durch dessen Mitte wieder an seine linke Seite zurückgeführt und unter Umkehrung des Wickelsinns um dieses herum auf dessen rechter Seite an der zweiten Beplankung 55b festgelegt. Ein weiteres flexibles Band 283b ist umgekehrt auf der rechten Seite des walzenförmigen Elements 282 an der ersten Beplankung 55a festgelegt, um das walzenförmige Element 282 herum und durch dessen Mitte zurückgeführt und unter Umkehrung des Wickelsinns weiter um das walzenförmige Element 282 herumgeführt und an dessen linker Seite festgelegt. Auch hier erlauben die flexiblen Bänder 283a, b eine Relativbewegung der Beplankun-
gen 55a, 55b gegeneinander, wobei das walzenförmige Element 282 unter einer Roll-
bewegung sicher zwischen den Beplankungen 55a, 55b geführt und gehalten wird.

Bezugszeichenliste

- 1 Flügel
- 5 5 Flügeltiefenrichtung
- 10 10 Spannweitenrichtung
- 11 11 Vorderkantenbereich
- 12 12 Hinterkantenbereich
- 14 14 Flügelspitzenbereich
- 10 15 10 flexibler Bereich
- 16 16 Profilschnitt
- 52a 52a erste Stützstelle
- 52b 52b zweite Stützstelle
- 53 53 Torsionskasten
- 15 55a 15 erste Beplankung
- 55b 55b zweite Beplankung
- 60 60 Verstellmechanismus
- 61 61 Wirbel
- 62 62 Antriebsstrang
- 20 62a 20 Antriebssehne
- 68 68 Pendelgelenk
- 69 69 Wirbelgelenk
- 77 77 Endstück
- 154 154 Kastenelement
- 25 160 25 Verstellmechanismus
- 162 162 Antriebsstrang
- 162a 162a Antriebssehne
- 163 163 Verbindungsreich
- 164 164 Übertragungsbereich
- 30 168 30 Pendelgelenk
- 169 169 Gelenkbereich
- 172 172 biegeleastisches Band
- 174 174 biegeleastisches Band

- 176 Füllstück
- 178 gelenkige Verbindung
- 177 Steg- oder Holmelement
- 179 gelenkige Verbindung
- 5 181 Abstandshalter
- 182 walzenförmiges Element
- 183a flexible Bandanordnung
- 183a flexible Bandanordnung
- 281 Abstandshalter
- 282 walzenförmiges Element
- 283a flexible Bandanordnung
- 283a flexible Bandanordnung

Patentansprüche

1. Flügel, insbesondere Tragflügel eines Flugzeugs, mit veränderbarem Profil, der sich in im wesentlichen in Strömungsrichtung verlaufender Flügeltiefenrichtung (5) und quer dazu in Spannweitenrichtung (10) erstreckt und eine erste Beplankung (55a) und eine dieser gegenüberliegende zweite Beplankung (55b) aufweist und bezüglich der Flügeltiefenrichtung (5) einen Vorderkantenbereich (11) und einen Hinterkantenbereich (12) sowie bezüglich der Spannweitenrichtung (10) am Ende des Flügels (1) einen Flügelspitzenbereich (14) aufweist, gekennzeichnet durch einen nahe dem Flügelende angeordneten flexiblen Bereich (15), durch den das Profil des Flügelspitzenbereichs (14) in einer Richtung verstellbar ist, die sowohl eine Komponente in Flügeltiefenrichtung (5) als auch eine Komponente in Spannweitenrichtung (10) enthält.

15 2. Flügel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der flexible Bereich (15) schräg zur Flügeltiefenrichtung (5) angeordnet ist.

20 3. Flügel nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass sich der flexible Bereich (15) vom Vorderkantenbereich (11) zum Hinterkantenbereich (12) des Flügels (1) erstreckt.

25 4. Flügel nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Vorderkantenbereich (11) mit positivem Pfeilungswinkel zur Flügeltiefenrichtung (5) verläuft und dass der flexible Bereich (15) im wesentlichen quer zum Vorderkantenbereich (11) angeordnet ist.

30 5. Flügel nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass in dem flexiblen Bereich (15) die Wölbung des Flügels (1) unter Veränderung der Krümmung der ersten Beplankung (55a) und der zweiten Beplankung (55b) verstellbar ist.

6. Flügel nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der flexible Bereich (15) mehrere nebeneinander angeordnete, längsausgedehnte Torsionskästen (53) umfasst, die aus der ersten Beplankung (55a), der zweiten Beplankung (55b) sowie

aus mindestens einem in Längsrichtung der Torsionskästen (53) verlaufenden Holm (52) gebildet und in einem vorgegebenen Maß gelenkig miteinander verbunden sind und die um ihre Längsrichtung torsionssteif und in Richtung quer dazu im Sinne einer vorgegebenen Veränderung des Flügelprofils in ihrer Form veränderbar sind, und dass ein Verstellmechanismus (60) zur Veränderung der Form der Torsionskästen (53) und damit des Flügelprofils in Ansprache auf ein entsprechendes Steuersignal vorgesehen ist.

7. Flügel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Verstellmechanismus (60) zumindest einen Wirbelkörper (61) mit einem, vorzugsweise zum Ausgleichen der Relativbewegung zwischen der ersten Beplankung (55a) und dem Wirbelkörper (61) über ein Pendelgelenk (68) mit der ersten Beplankung (55a) in Verbindung stehenden, Übertragungselement (64) und mit einer in Vertikalrichtung beabstandeten Verbindungsstelle (63) zu einer in Ansprache auf das Steuersignal in ihrer Länge veränderlichen Antriebssehne (62) umfasst, wobei eine Veränderung der Länge der Antriebssehne (62a) eine Verdrehung des zumindest einen Wirbelkörpers (61) im Sinne einer Veränderung der Form der Torsionskästen (53) und damit des Flügelprofils bewirkt.

8. Flügel nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere hintereinander angeordnete Wirbelkörper (61) vorgesehen sind, die mit jeweils einer Antriebssehne (62a) in Verbindung stehen.

9. Flügel nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung aus dem zumindest einen Wirbel (61) und der zumindest einen Antriebssehne (62a) innerhalb der Torsionskästen (53) vorgesehen ist.

10. Flügel nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung aus dem zumindest einen Wirbelkörper (61) und der zumindest einen Antriebssehne (62a) außerhalb der Torsionskästen (53) vorgesehen ist.

11. Flügel nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Pendelgelenk (68) als elastisches Gelenk ausgeführt ist, bei dem jedes Übertragungs-

element (64) über elastische Verbindungen einerseits mit der ersten Beplankung (55a) und mit einem Holm (52) verbunden ist.

12. Flügel nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass flexible Bereich (15) ein oder mehrere in einer Längsrichtung ausgedehnte Kastenelemente (154) umfasst, die an ihren Längsseiten in einem vorgegebenen Maß über Gelenkbereiche (169) gelenkig verbunden und zwischen der ersten Beplankung (55a) und der zweiten Beplankung (55b) vorgesehen sind, wobei die Kastenelemente (154) einen quer zu ihrer Längsrichtung verlaufenden, mit der ersten Beplankung (55a) in Verbindung stehenden Übertragungsbereich (164) und einen in Vertikalrichtung beabstandeten Verbindungsbereich (163) aufweisen, und dass ein mit dem Verbindungsbereich (163) der Kastenelemente (154) gekoppelter Verstellmechanismus (160) zum Bewegen der Kastenelemente (154) um die Gelenkbereiche (169) im Sinne einer Veränderung des Flügelprofils in Ansprache auf ein entsprechendes Steuersignal vorgesehen ist.

13. Flügel nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Kastenelemente (154) im Querschnitt eine im wesentlichen dreieckige Grundform haben, wobei der Übertragungsbereich (164) durch die Basislinie und der Verbindungsbereich (163) durch die dieser gegenüberliegende Spitze des Dreiecks gebildet sind.

14. Flügel nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass der Verstellmechanismus (160) eine mit dem Verbindungsbereich (163) der Kastenelemente (154) gekoppelte, in ihrer Länge veränderliche Antriebssehne (162a) umfasst, wobei eine Veränderung der Länge der Antriebssehne (162a) eine Verdrehung des zumindest einen Kastenelements (154) im Sinne einer Veränderung der Form des Flügelprofils bewirkt.

15. Flügel nach Anspruch 12, 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, dass mehrere hintereinander angeordnete Kastenelemente (154) vorgesehen sind, die jeweils mit einer Antriebssehne (162a) gekoppelt sind.

16. Flügel nach Anspruch 12, 13, 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass zum Ausgleichen einer Relativbewegung zwischen der ersten Beplankung (55a) und dem Kastenelement (154) dienende Pendelgelenke (168) vorgesehen sind, über die der Übertragungsbereich (164) der Kastenelemente (154) mit der ersten Beplankung (55a) gekoppelt ist.

5 17. Flügel nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Gelenkbereiche (169) und/oder die Pendelgelenke (168) durch elastische Gelenkelemente gebildet sind.

10 18. Flügel nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Gelenkbereiche (169) und/oder die Pendelgelenke (168) durch biegeelastische Bänder (172, 174) gebildet sind.

15 19. Flügel nach einem der Ansprüche 12 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Gelenkbereiche (169) und die Pendelgelenke (168) durch ein gemeinsames Gelenk gebildet sind.

20 20. Flügel nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das gemeinsame Gelenk (168, 169) durch sich jeweils in Verlängerung der Schenkel (154a, 154b) der dreieckigen Kastenelemente (154) erstreckende, mit einer Seite an diesen festgelegte, einander kreuzende biegeelastische Bänder (172, 174) gebildet ist, deren andere Seite an der ersten Beplankung (55a) des Flügels (1) festgelegt ist.

25 21. Flügel nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, dass in dem von den einander kreuzenden biegeelastischen Bändern (172, 174) und der ersten Beplankung (55a) begrenzten Raum ein Füllstück (176), insbesondere bestehend aus einem elastischen Material, vorgesehen ist.

30 22. Flügel nach einem der Ansprüche 12 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass ein sich in Richtung von der ersten Beplankung (55a) zur zweiten Beplankung (55b) erstreckendes und mit seiner Längsrichtung parallel zur Längsrichtung der Kastenelemente (154) verlaufendes Steg- oder Holmelement (177) vorgesehen ist, das mit einer

Seite über eine erste gelenkige Verbindung (178) an der ersten Beplankung (55a) oder nahe der ersten Beplankung (55a) an der Seite der Kastenelemente (154), insbesondere am Gelenkbereich (169) und/oder am Pendelgelenk (168), und mit der anderen Seite gegenüberliegend über eine zweite gelenkige Verbindung (179) an der zweiten Beplankung (55b) festgelegt ist.

5

23. Flügel nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, dass die erste gelenkige Verbindung (178) und/oder die zweite gelenkige Verbindung (179) durch elastische Bänder gebildet ist.

10

24. Flügel nach einem der Ansprüche 14 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebssehne (162a) über ein elastisches Band (164) mit dem Verbindungsreich (163) der Kastenelemente (154) gekoppelt ist.

15

25. Flügel nach einem der Ansprüche 12 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der ersten Beplankung (55a) und der zweiten Beplankung (55b) ein Abstandshalter (181; 281) vorgesehen ist, durch den die Beplankungen (55a, 55b) in einem vorgegebenen Abstand gehalten werden und gleichzeitig eine Relativbewegung zwischen diesen bei Veränderung des Flügelprofils ermöglicht wird.

20

25

26. Flügel nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Abstandshalter (181; 281) ein walzenförmiges Element (182; 282) und eine flexible Bandanordnung (183a, b; 283a, b) zur Führung des walzenförmigen Elements (182; 282) im Sinne einer Rollbewegung des walzenförmigen Elements (182; 282) zwischen der ersten Beplankung (55a) und der zweiten Beplankung (55b) bei einer Relativbewegung zwischen diesen enthält.

30

27. Flügel nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die flexible Bandanordnung (183a, b; 283a, b) mindestens ein um das walzenförmige Element (182; 282) herumgeführtes und mit seinen Enden an der ersten bzw. der zweiten Beplankung (55a, 55b) festgelegtes flexibles Band enthält.

28. Flügel nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass das walzenförmige Element (282) mittig geteilt ist und dass das flexible Band (283a, b) unter Umkehrung des Wickelsinns durch die Mitte des walzenförmigen Elements (282) und verschieden- sinnig jeweils halb um dieses herum geführt ist.

117

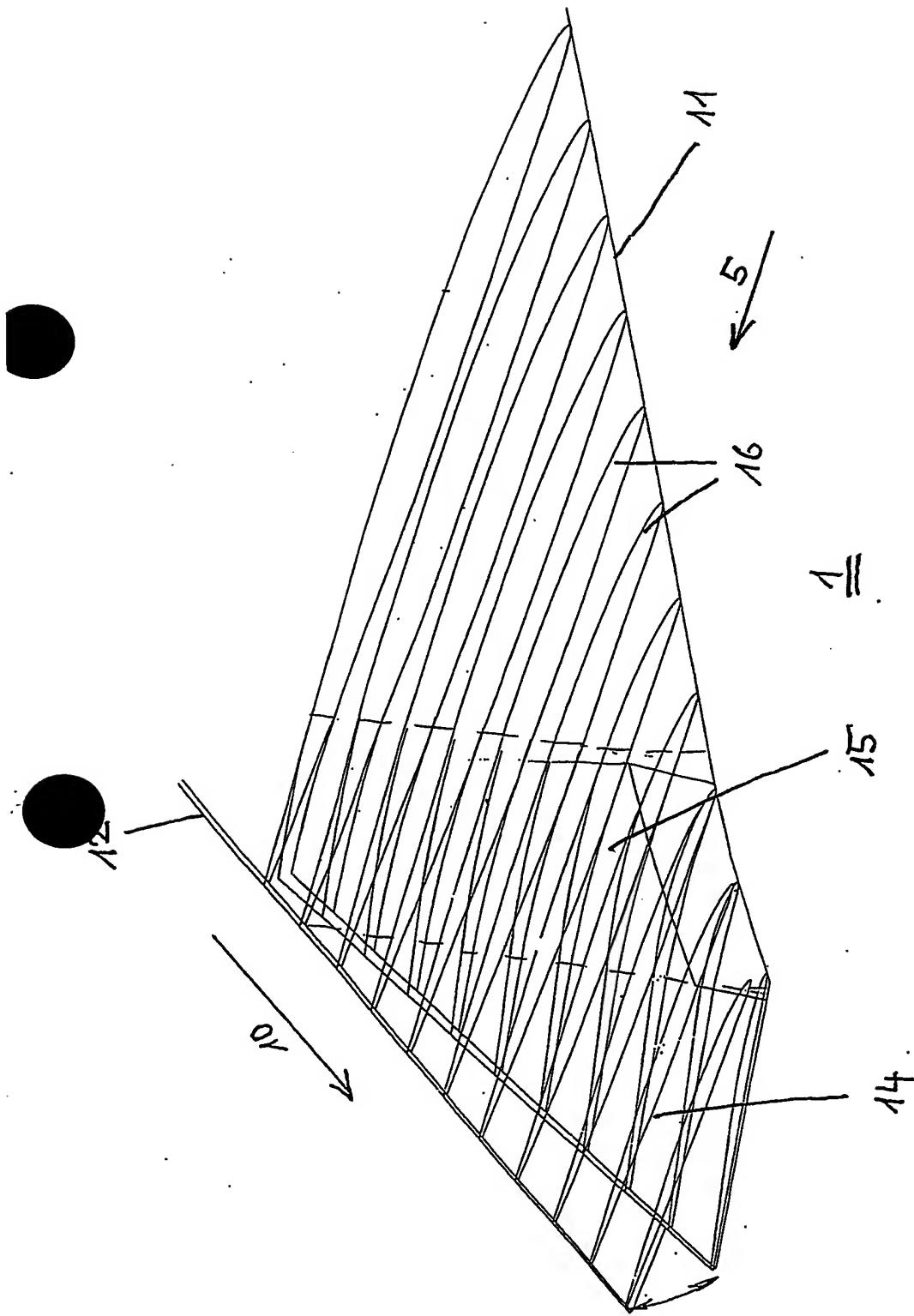
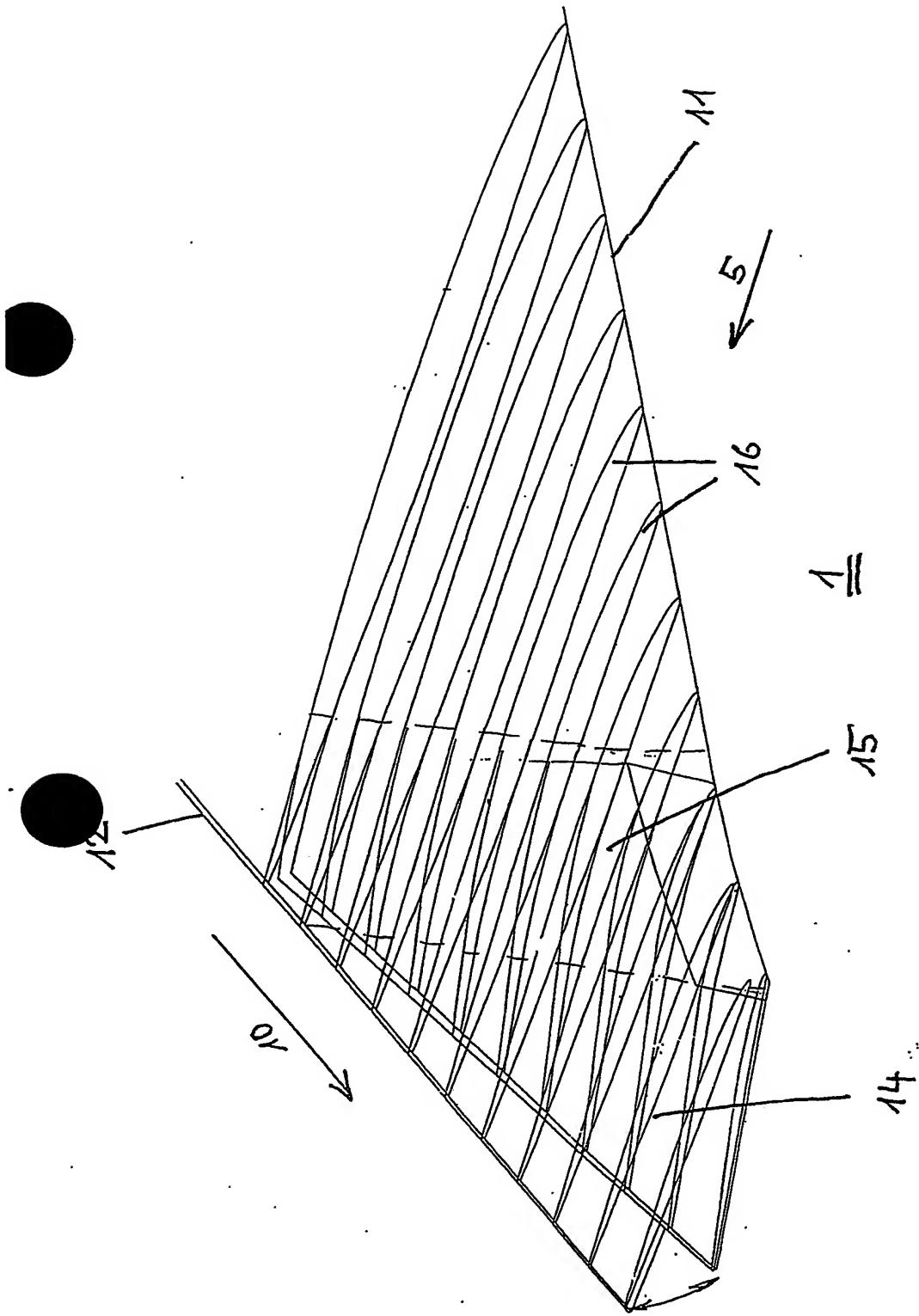


Fig. 1

Fig. 1



2/7

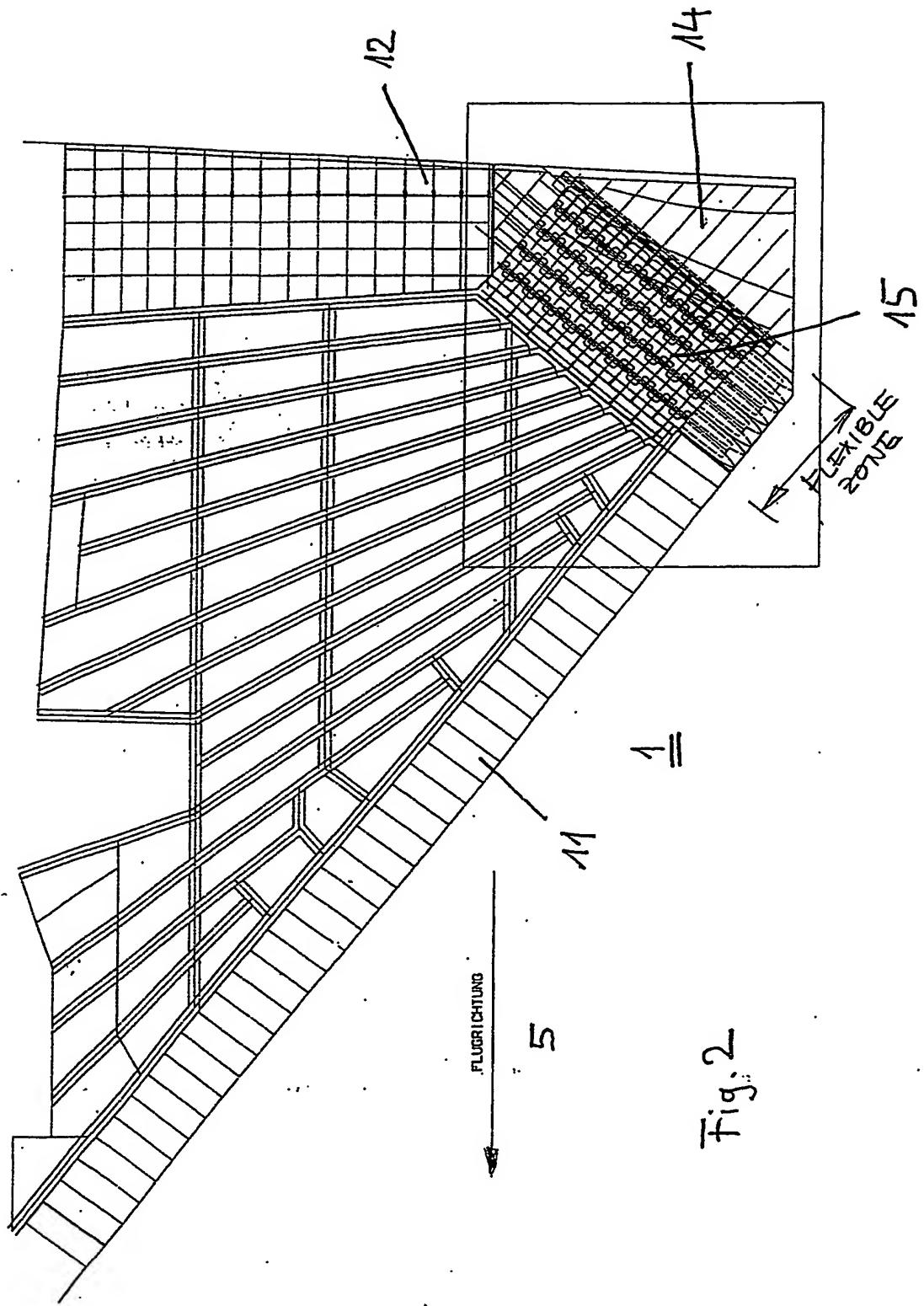


Fig. 2

317

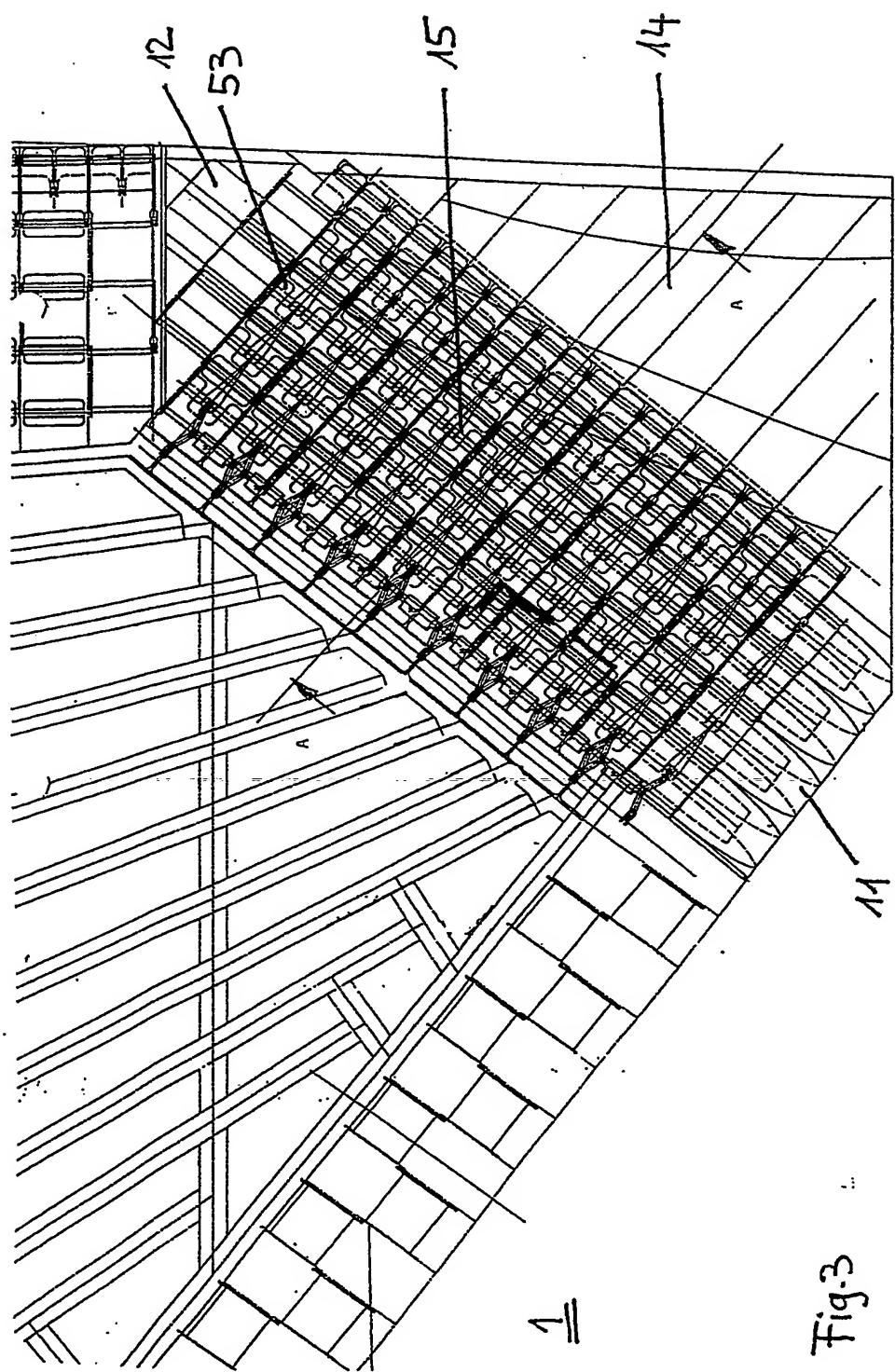


Fig.3

4 / 7

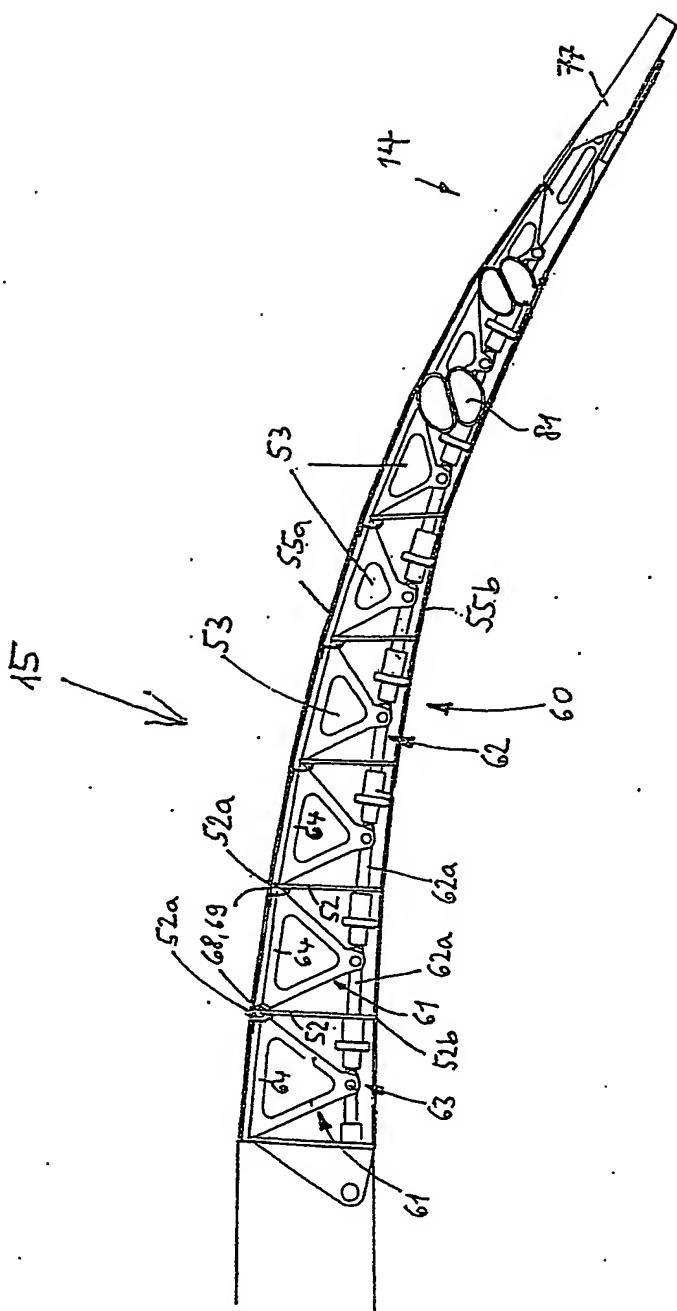


Fig. 4

5 / 7

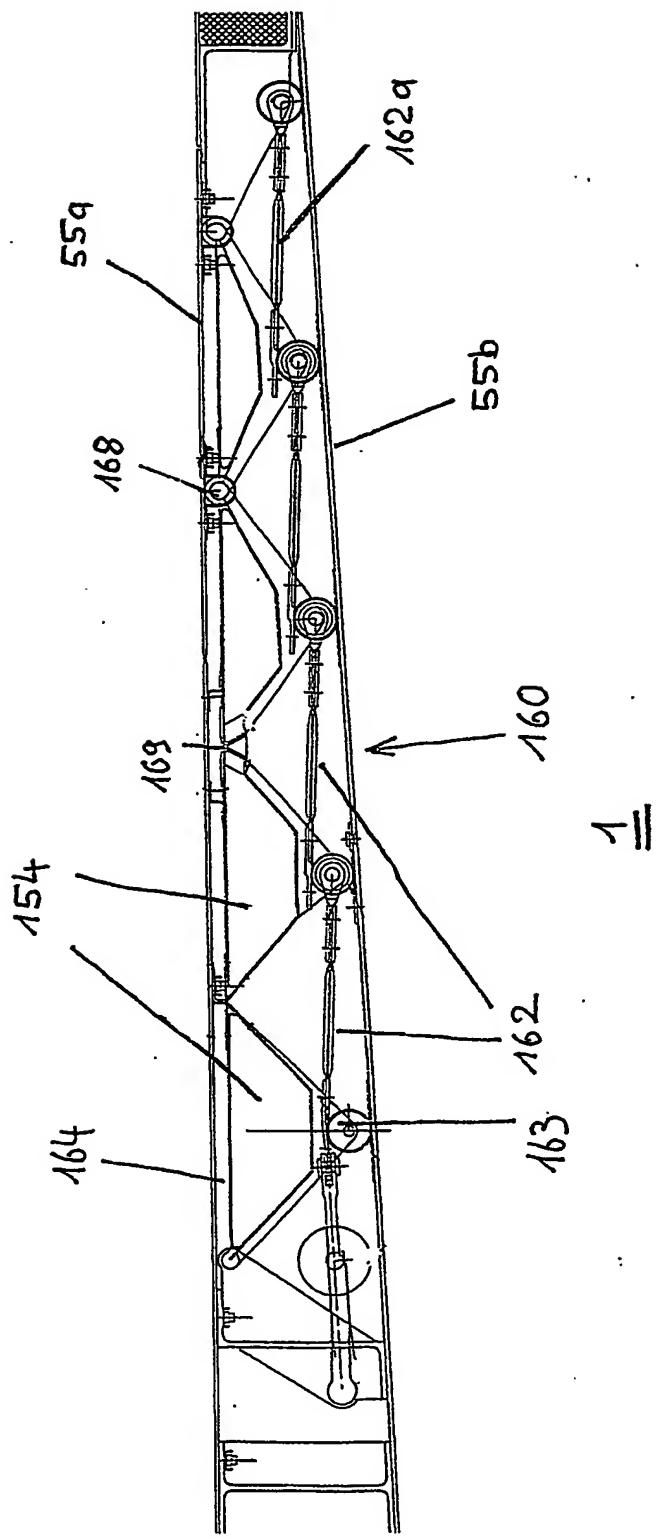


Fig. 5

617

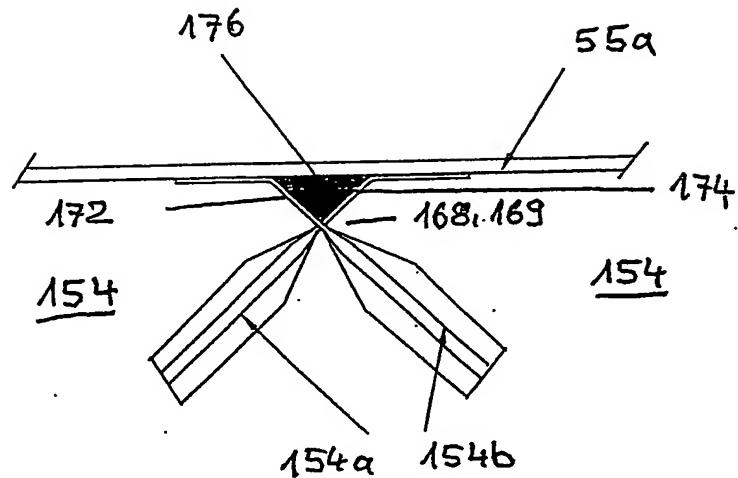


Fig.6

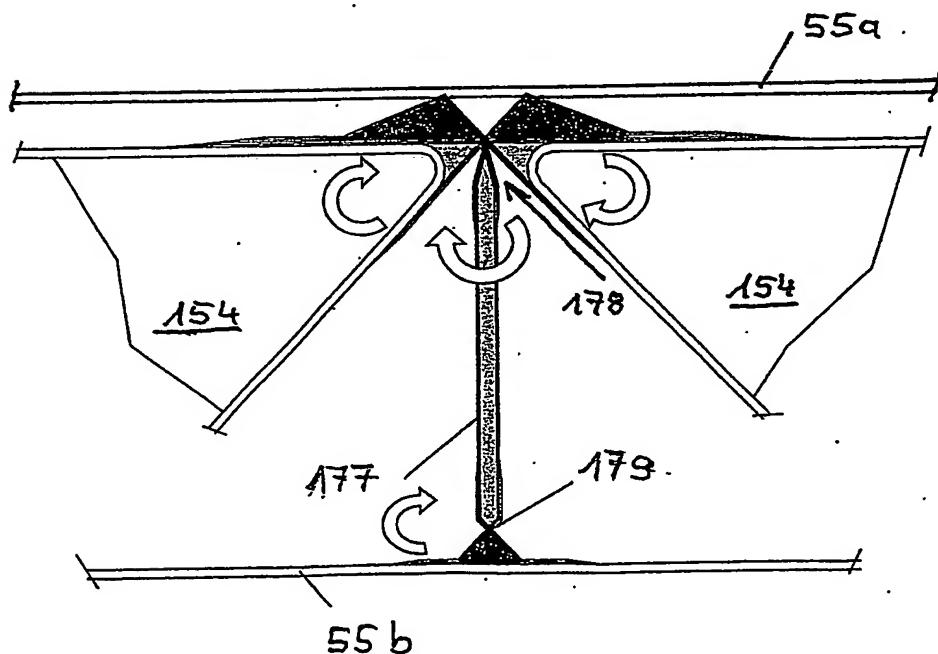
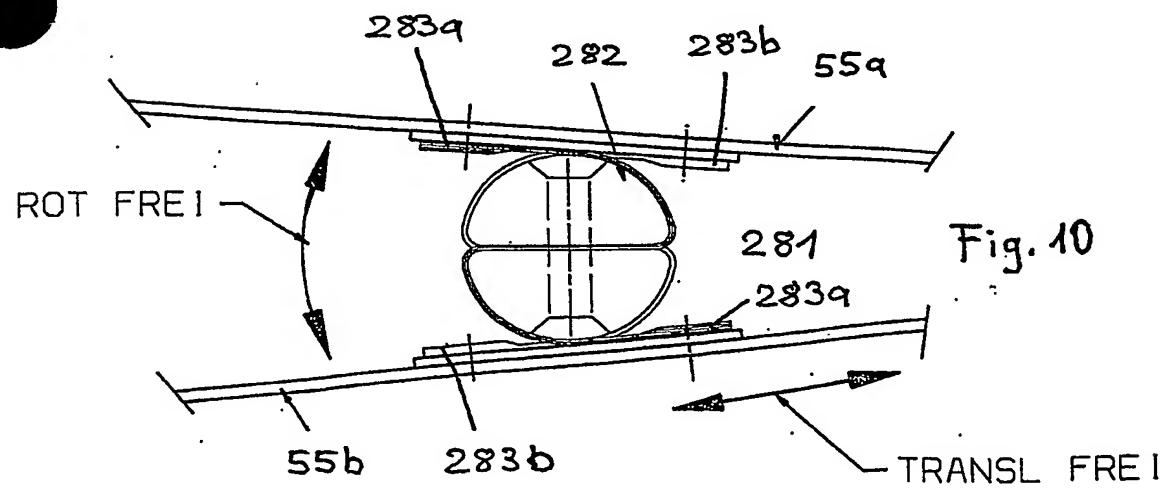
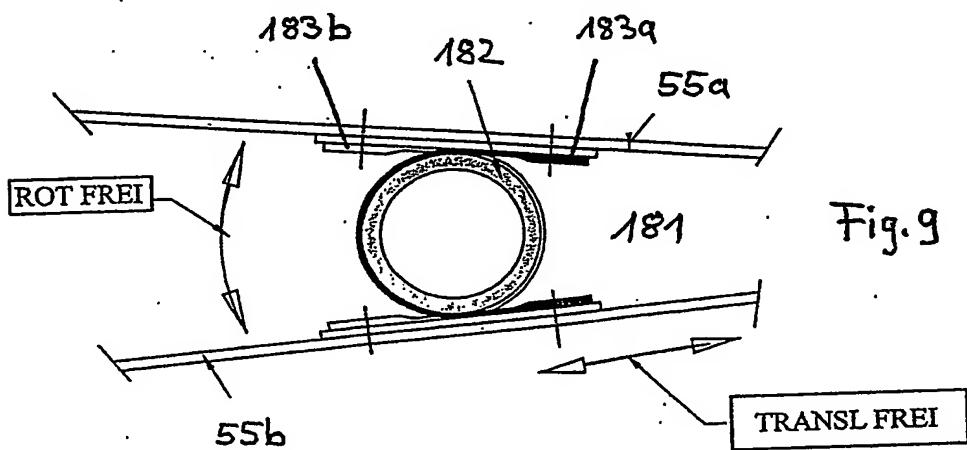
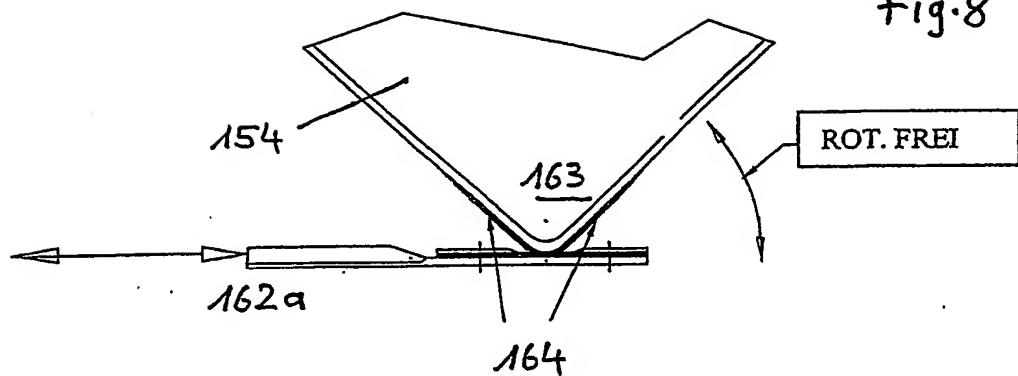


Fig.7

7/7

Fig.8



Zusammenfassung

5 Es wird ein Flügel, insbesondere Tragflügel eines Flugzeugs, mit veränderbarem Profil, der sich in im wesentlichen in Strömungsrichtung verlaufender Flügeltiefenrichtung (5) und quer dazu in Spannweitenrichtung (10) erstreckt und eine erste Beplankung (55a) und eine dieser gegenüberliegende zweite Beplankung (55b) aufweist und bezüglich der Flügeltiefenrichtung (5) einen Vorderkantenbereich (11) und einen Hinterkantenbereich (12) sowie bezüglich der Spannweitenrichtung (10) am Ende des Flügels (1) einen Flügel spitzenbereich (14) aufweist, beschrieben. Erfindungsgemäß ist ein nahe dem Flügelende angeordneter flexibler Bereich (15) vorgesehen, durch den das Profil des Flügel spitzenbereichs (14) in einer Richtung verstellbar ist, die sowohl eine Komponente in Flügeltiefenrichtung (5) als auch eine Komponente in Spannweitenrichtung (10) enthält. (Fig. 1)